

# REDES DE COMPUTADORES

7 junio 2018 (Examen Final)

---

**Duración del examen: 2 horas y 30 minutos**

**Fecha prevista de publicación: 18 de junio**

---

## Supuesto 1 (28p)

Un ingeniero está diseñando el sistema de comunicaciones que unirá un dispositivo "Pick and Place" (P&P) (colocación de componentes electrónicos sobre una placa de circuito impreso) con un ordenador externo. Este sistema consta de una línea de datos que une el dispositivo P&P y un ordenador que lo controla.

Sobre la citada línea el dispositivo P&P multiplexa los datos de una serie de elementos de toma de datos (cámaras, posiciones, disponibilidad de cada componente, ...) con los que cuenta. En sentido contrario el ordenador envía multiplexadas las ordenes hacia los elementos activos del dispositivo P&P (motores, válvulas, bombas de succión, pinzas, ...).

Sabiendo que:

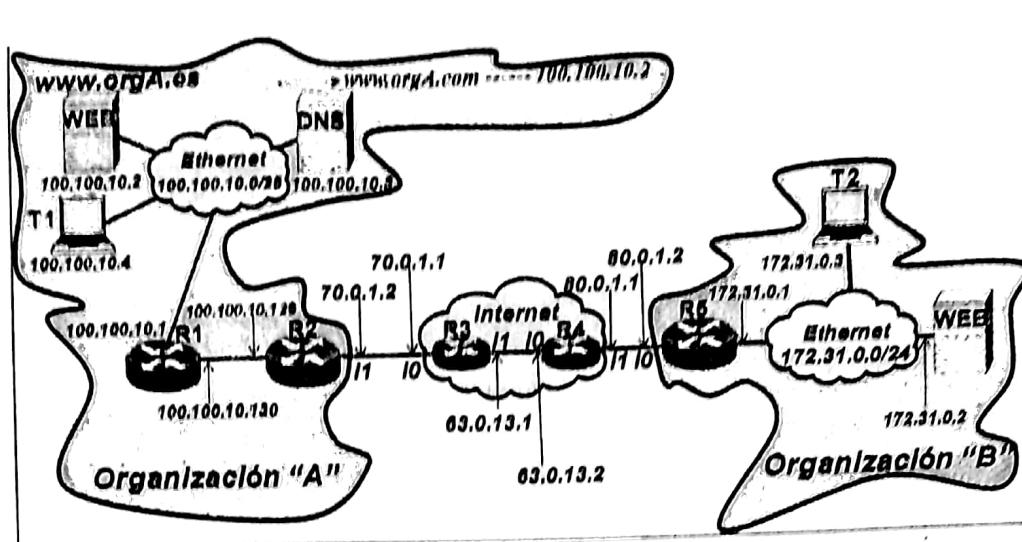
- La línea de datos es dúplex de 10Mbps.
- Como elementos activos el dispositivo P&P dispone de elementos de tres tipos: el primer tipo requiere una capacidad de 2.5Mbps, el segundo 1Mbps y el tercero 10Kbps.
- El dispositivo P&P dispone de 2 elementos activos del primer tipo, 4 del segundo tipo y "n" el tercer tipo.
- Cada sentido de la línea de comunicaciones tiene un ancho de banda de 5Mhz y una relación señal ruido de 40db (a 0 metros de distancia).
- La línea dúplex esta implementada empleando un cable UTP con dos pares de hilos (cada par se emplea para transmitir en un sentido) con una atenuación de 30dB por kilómetro.

Responda, **RAZONADAMENTE**, a las siguientes preguntas:

- 1.1 Es posible conectar el dispositivo P&P con el ordenador a 200m de distancia. ¿Cuál será la distancia máxima para la conexión entre el ordenador y el dispositivo P&P? (8p)
- 1.2 Diseñe la trama de multiplexación (orientada a bit) por división en el tiempo para las transmisiones en sentido ordenador al dispositivo P&P. Indique, el tamaño de la trama, número de tramas transmitidas por segundo, longitud de cada canal, número de canales de cada tipo. La trama se ha de diseñar para incluir el máximo número posible de dispositivos del tercer tipo (10Kbps). (11p)
- 1.3 Con el objeto de detectar y corregir los errores que puedan ocurrir en la transmisión de las ordenes entre el ordenador y dispositivo P&P se desea añadir un código de corrección de errores a cada trama de multiplexación. Sabiendo que el código requiere 50 bits, modifique el formato de la trama indicada en el apartado anterior. (4p)
- 1.4 Si la codificación multinivel empleada tiene 32 niveles significativos, la velocidad de señalización es de 5 Mbaudios y la relación señal ruido es de 37dB. ¿Cuál es la velocidad de transmisión de datos? (5p)

## Supuesto 2 (44p)

En la figura se muestra el escenario de comunicaciones de *dos Organizaciones diferentes "A" y "B"* que se conectan vía Internet. En la *Organización "A"*, entre otros equipos de usuario, hay *un servidor Web y otro DNS*. A su vez, en la *Organización "B"* sólo hay *un servidor Web*. La dirección simbólica del servidor Web (*www.orgA.com*) de la *Organización "A"* está registrada en su propio servidor DNS.



- Todas las líneas y enlaces son Ethernet.
- Todos los equipos disponen previamente de su configuración TCP/IP y mientras estén encendidos disponen, también, de las direcciones MAC Ethernet que necesitan en las correspondientes tablas ARP.
- El servidor DNS en la Organización "A", contiene el siguiente registro :  
www.orgA.com ----- 100.100.10.2

Se pide responder, de forma razonada, a las siguientes preguntas:

- 2.1 Asuma que desde el terminal T1 (Oficina "A") se teclea el comando "ping www.orgA.com". Identifique, sólo, los paquetes IP que salen por el interfaz de dicho terminal. Indique su estructura de protocolos o encapsulados y, asimismo, especifique el contenido de los campos más relevantes de las correspondientes cabeceras de control (direcciones IP, número del protocolo superior de transporte, número de puerto destino, datos, etc.) (11p)
- 2.2 Suponga que un usuario desde su Terminal T1, en la Organización "A", envía una solicitud de servicio al servidor Web en la Organización "B" (172.31.0.2). ¿Es posible dicha comunicación? Es necesaria alguna configuración previa en algún equipo de las Organizaciones "A" y "B"; y en caso de necesitarse, realice dicha configuración en el equipo o equipos adecuados. Finalmente, indique, ¿qué direcciones IP de origen y destino contendrá el paquete IP (con la solicitud de servicio Web) al entrar y salir de los routers R1, R2, R3, R4 y R5? (12p)
- 2.3 Suponga que el terminal T2 en la Organización "B" está apagado y se enciende para intentar acceder al servidor Web de dicha Organización "B". A su vez, el cable Ethernet del equipo de dicho servidor Web está desconectado. ¿Qué equipo y protocolo o protocolos detectarán el correspondiente problema y ¿qué acciones se llevarán a cabo? (4p)

Suponga, que un usuario desde su Terminal T1 en la Organización "A", envía una solicitud de servicio al servidor Web en la Organización "B" (172.31.0.2). El objetivo es descargar la página Web o fichero index.html mantenido por el servidor HTTP. Dicho fichero contiene, entre otras informaciones, un fichero gráfico de alta resolución (HD) localizado en el mismo servidor.

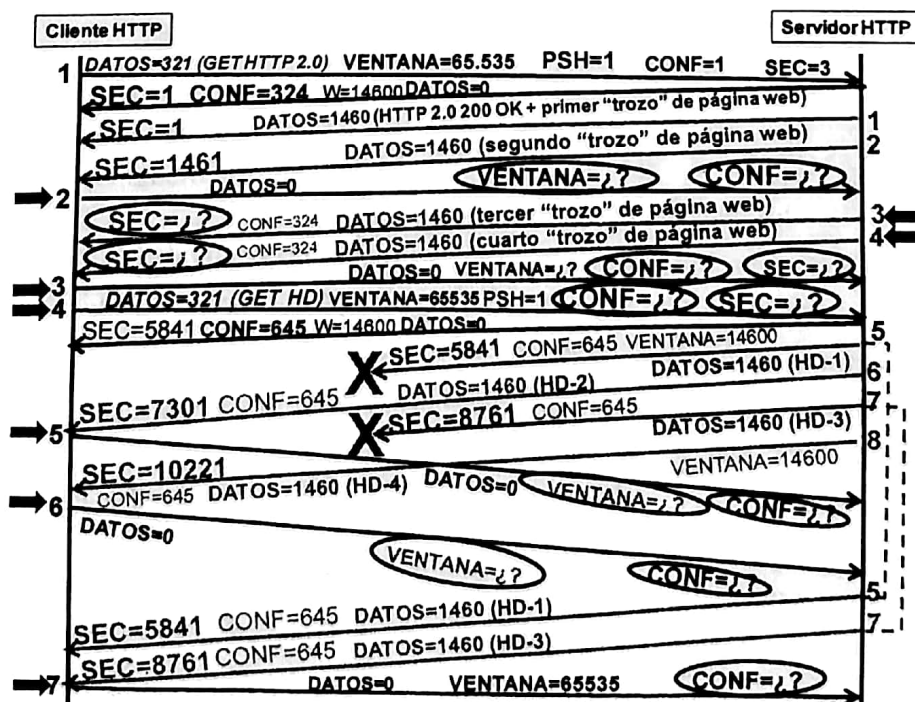
Se asume que:

- El servidor utiliza el valor 0 y, a su vez, el cliente el valor 2 como números iniciales de secuencia, respectivamente.
- El cliente y servidor emplean un MSS de 1460 bytes.
- El cliente emplea una ventana de 65.535 bytes y, a su vez, el servidor otra de 14.600 bytes.
- Las dos entidades TCP disponen siempre de la opción SACK para su empleo, en caso necesario, en fase de transferencia de datos.
- Todo GET lleva siempre el bit PSH activado.
- Todas las solicitudes a través del método GET son de 321 bytes.
- Todas las solicitudes GET requieren de una confirmación inmediata sin datos por parte del servidor.

- El resultado de la primera solicitud (*GET HTTP2.0*) es la descarga de la respuesta *HTTP 2.0 200 OK* del servidor junto con un primer trozo del fichero *index.html*. Todo ello, va contenido en un primer segmento *TCP* de la máxima longitud posible (1460 octetos).
- El resto de la página Web se envía en tres segmentos *TCP* de la máxima longitud posible.
- Los 4 segmentos *TCP* de datos anteriores llegan correctamente.
- Para cada dos segmentos *TCP* de datos que lleguen correctamente, el cliente siempre envía una confirmación a la llegada del último.
- Las confirmaciones siempre llegan en el momento adecuado.
- El intérprete HTML del navegador, mientras, va creando la página inicial Web con todo su contenido; encuentra la referencia al fichero *HD* y procede a su solicitud. Seguidamente, dicho fichero se transmite, también, en cuatro segmentos *TCP* de datos (*HD-1*, *HD-2*, *HD-3* y *HD-4*) de la máxima longitud posible.
- Considere que se pierden el primero (*HD-1*) y tercero (*HD-3*) de los 4 segmentos de datos conteniendo el fichero *HD*; pero los restantes (*HD-2* y *HD-4*) se reciben correctamente.
- A la recepción correcta de un segmento de datos no contiguo y no consecutivo, se confirma éste inmediatamente.
- Después de transmitirse el cuarto segmento *TCP*, se retransmiten por vencimiento de temporizadores y, por tanto, se reciben fuera de orden el primero (*HD-1*) y, a continuación, el tercer segmento (*HD-3*) de datos.
- A la llegada del primer (*HD-1*) y tercer segmento *TCP* de datos (*HD-3*) fuera de orden, se validan todos sus octetos mediante un único segmento de confirmación.
- Finalmente, una vez visualizada la información de *index.html*, el usuario cierra el navegador y, por tanto, se procede a la liberación de la conexión en el lado cliente. A su vez, el lado servidor, al cerrar la conexión el cliente, también, libera su lado de la conexión *TCP*.

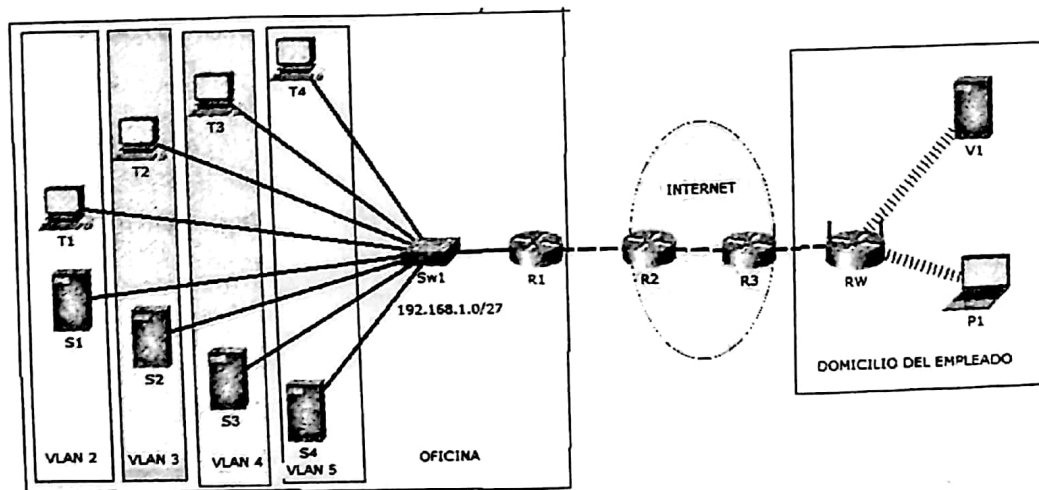
2.4 Indique en un diagrama, el intercambio de mensajes del nivel de aplicación con los métodos *HTTP* empleados. (4p)

2.5 Complete el siguiente gráfico de intercambio de segmentos *TCP* que se corresponde con la fase de transferencia de datos indicada anteriormente. Para ello, complete, según corresponda, los campos resaltados (*SECUENCIA*, *VENTANA*, *CONFIRMACIÓN*, *añadiendo o no la información de control SACK*) en los correspondientes segmentos enviados por el cliente *HTTP* (2, 3, 4, 5, 6 y 7) y por el servidor *HTTP* (3 y 4). (13p)



### Supuesto 3. (28p)

En la figura se muestra el entorno de comunicaciones de una oficina de una empresa que es cliente del PSI "Vodafone" y el domicilio de un empleado que a su vez es cliente del PSI "Movistar", ambos localizados en Madrid. Movistar y Vodafone tienen acuerdo de "peering" en ESpanix.



#### Datos:

- La pertenencia de los equipos a las diferentes VLANs se muestra en la figura.
- Dirección de la RAL de la oficina: 192.168.1.0/27.
- Los switches son convencionales, funcionan en almacenamiento y reenvío.
- En la RAL de la oficina las líneas de acceso son FastEthernet y el enlace troncal con el router R1 es GigabitEthernet.
- La red wifi es 802.11g y funcionan a la máxima velocidad (54 Mbps). DIFS: 15 microsegundos; SIFS: 10 microsegundos.
- Los tiempos de proceso en los dispositivos de comunicaciones son 0.
- No tenga en cuenta en los cálculos los retardos de propagación en las líneas de comunicaciones.
- MTU de Ethernet y Wifi: 1.500 octetos.
- El router R1 encamina entre VLANs en modo Router on a Stick. Su dirección IP en la línea WAN es 80.51.131.110.
- La dirección IP del router RW en la línea WAN es 81.31.210.30
- Cabecera HTTP = 0 octetos.

Responda, **RAZONADAMENTE**, a las siguientes preguntas:

- Asigne direcciones IP a los dispositivos de la RAL de la Oficina. (6p)
- Se ha desarrollado una aplicación cliente servidor que prueba la conectividad entre dispositivos a nivel Ethernet. El cliente envía al destino una trama mínima y éste contesta con una trama máxima.
  - Indique, mediante un diagrama temporal, el intercambio de tramas que sucede al probar la conectividad entre T1 y S4. (3 p)
  - Calcule el tiempo empleado en dicha prueba. (5 p)
- Considérese que desde P1 se descarga un objeto HTML de 1GB desde el servidor V1 ¿Cuál es la velocidad efectiva de dicha descarga? (6 p)
- Considere que en un momento dado el terminal P1 está accediendo al servidor S2.
  - Indique los Sistemas autónomos implicados en dicha comunicación. (3 p)
  - Explique cómo conoce Movistar las direcciones de la red de la "OFICINA" para encaminar el tráfico procedente del terminal P1. (5 p)